



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 26 494 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
F01 P 11/16
F 01 P 7/00
F 01 P 7/16

⑲ Aktenzeichen: P 44 26 494.1
⑳ Anmeldetag: 27. 7. 94
㉔ Offenlegungstag: 1. 2. 96

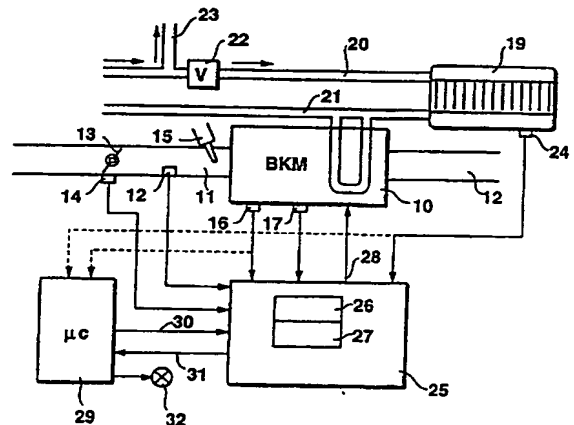
DE 44 26 494 A 1

⑦ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑧ Erfinder:
Hugel, Robert, Dipl.-Phys., 76199 Karlsruhe, DE;
Widder, Johannes, Dipl.-Ing., 76133 Karlsruhe, DE

⑤④ Einrichtung zur Überwachung des Kühlsystems bei einer Brennkraftmaschine

⑤⑦ Es wird eine Einrichtung zur Überwachung des Kühlsystems bei einer Brennkraftmaschine angegeben, bei dem die Kühler Temperatur gemessen wird und in einer Auswerteeinrichtung ausgehend von der Temperatur sowie besonders vom Temperaturverlauf das Auftreten einer Fehlfunktion erkannt wird. Es sind dabei verschiedene Auswertemöglichkeiten angedeutet, die Temperaturänderungen abhängig von erkannten Bedingungen auswerten. Erkannte Fehlfunktionen des Kühlsystems werden angezeigt und/oder in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt und stehen so beim nächsten Werkstattbesuch zur Diagnose bereit.



DE 44 26 494 A 1

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Überwachung des Kühlsystems bei einer Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Es ist bekannt, daß an die Kühlleistung eines Kühlers im Kraftfahrzeug, der dafür zu sorgen hat, daß die Motortemperatur nicht zu hoch wird, beträchtliche Anforderungen gestellt werden. Trotzdem kann es unter ungünstigen Betriebsbedingungen oder beim Auftreten einer Fehlfunktion des Kühlers dazu kommen, daß der Motor bzw. die Brennkraftmaschine zu heiß wird. Ein solcher Störfall wird bei herkömmlichen Fahrzeugen mit Hilfe eines Sensors erkannt, der eine von der Kühlmitteltemperatur abhängige Temperatur mißt und bei Übersteigen einer Grenztemperatur eine Anzeige auslöst.

Bei einem solchen bekannten System, bei dem eine Warnung vor einer zu hohen Motortemperatur erst dann ausgelöst wird, wenn die Motortemperatur bereits sehr hoch ist, hat den Nachteil, daß möglichst schnell nach dem Erkennen der Motorüberhitzung der Motor abgeschaltet werden sollte. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß sich nicht erkennen läßt, weshalb die Motortemperatur zu hoch ist und an welcher Stelle des Kühlsystems ein Fehler aufgetreten ist.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Überwachung des Kühlsystems bei einer Brennkraftmaschine mit den im Hauptanspruch genannten Merkmalen hat demgegenüber den Vorteil, daß das Vorliegen eines Fehlers bereits zu einem Zeitpunkt erkannt wird, zu dem ein unmittelbares Abschalten des Motors noch nicht erforderlich ist. Es kann also eine rechtzeitige Anzeige ausgelöst werden, die es dem Fahrer noch ermöglicht, ohne Überhitzung des Motors noch eine gewisse Fahrstrecke zurückzulegen.

Weiterhin ist vorteilhaft, daß Informationen über einen Ausfall von Teilkomponenten im Kühler erhalten werden können. Diese Vorteile werden erzielt, indem eine Überwachung des Verlaufes der Temperatur des Kühlmittels durchgeführt wird. Es wird also nicht abgewartet, bis die Kühlmittel bzw. die Motortemperatur einen bestimmten Grenzwert übersteigt, sondern es wird laufend eine Temperaturüberwachung durchgeführt, die beim Auftreten charakteristischer Änderungen oder beim Auftreten charakteristischer Merkmale insbesondere bei speziellen Fahrbedingungen eine Fehlererkennung ermöglicht. Eine solche Bedingung kann im übrigen beispielsweise ein im Leerlauf vor einer roten Ampel stehendes Fahrzeug sein, dessen Kühlmitteltemperatur einen charakteristischen Temperaturanstieg zeigt.

Besonders vorteilhaft ist, daß die erfindungsgemäße Einrichtung zur Überwachung des Kühlsystems bei einer Brennkraftmaschine an eine bestimmte Brennkraftmaschine bzw. das zugehörige Fahrzeug angepaßt werden kann und mit Hilfe eines Lernprogrammes auch lebensdauerabhängige Veränderungen kompensiert werden können.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Einrichtung zur Überwachung des

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 eine grobe Übersichtsdarstellung des Gesamtsystems, Fig. 2 zeigt einen Zusammenhang zwischen der Änderung der Kühlmitteltemperatur pro Zeiteinheit und der Temperatur mit und ohne Fehler und Fig. 3 einen typischen Temperaturverlauf über der Zeit, bei einem Kühlsystem mit zwei Teilsystemen, von denen eines über einen Thermostat zuschaltbar ist.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 sind schematisch die zur Erläuterung der Erfindung erforderlichen Bestandteile einer Brennkraftmaschine dargestellt. Dabei bezeichnet 10 die Brennkraftmaschine selbst, beispielsweise einen Vierzylindermotor mit einem Ansaugrohr 11 und einem Auspuffrohr 12. Im Ansaugrohr 11 befindet sich eine Drosselklappe 13, deren Stellung mit Hilfe eines Sensors 14 gemessen wird. Weiterhin ist ein Einspritzventil 15 dargestellt, über das Kraftstoff ins Ansaugrohr 12 eingespritzt wird.

Der Brennkraftmaschine zugeordnet sind weitere Sensoren, beispielsweise ein Drehzahlsensor 16, der die Drehzahl der Kurbel- oder Nockenwelle der Brennkraftmaschine ermittelt sowie weitere für die Steuerung der Brennkraftmaschine erforderlichen Winkelsignale abgibt. Weiterhin ist ein Temperatursensor 17 vorhanden, der die Temperatur der Brennkraftmaschine ermittelt. Schließlich ist noch ein Drucksensor 18, der der Druck im Ansaugrohr 12 mißt, dargestellt.

Zur Kühlung der Brennkraftmaschine dient ein Kühlsystem, das wenigstens einen Kühler 19, ein erstes Kühlsystem 20, 21, ein Thermostatventil 22 sowie ein zweites Kühlsystem 23 umfaßt. Dem Kühler 19 ist ein weiterer Temperatursensor 24 zugeordnet. Weitere Bestandteile des Kühlsystems z. B. die Kühlmittelpumpe sind nicht dargestellt.

Die Steuerung bzw. Regelung der Brennkraftmaschine erfolgt mit Hilfe eines Steuergerätes 25, das eine Recheneinrichtung bzw. einen Mikroprozessor 26 sowie Speicher 27 umfaßt. Dem Steuergerät werden die Ausgangssignale der einzelnen Sensoren in üblicher Weise über eine Eingangsschaltung zugeführt. Im Steuergerät laufen die erforderlichen Berechnungen ab, so daß die für die Steuerung bzw. Regelung der Brennkraftmaschine erforderlichen Ansteuersignale bereitgestellt werden können. Die Signale werden über einen Ausgang 28 den entsprechenden Stellen der Brennkraftmaschine zugeführt.

Ein weiterer Mikroprozessor 29 überwacht die Funktionsfähigkeit des Kühlsystems. Diesem Mikroprozessor 29 werden die Ausgangssignale der Temperatursensoren 16 bzw. 24 zugeführt. Weiterhin erhält der Mikroprozessor 29 Daten vom Steuergerät 25 bzw. liefert selbst Signale an das Steuergerät 25. Die Signale der Temperatursensoren 16 bzw. 24 können dem Mikroprozessor 29 auch direkt über das Steuergerät 25 zugeführt werden. Die Verbindungen zwischen dem Mikroprozessor 29 und dem Steuergerät 25 sind mit 30 und 31 bezeichnet.

Der Mikroprozessor 29 der auch die für die Auswertung erforderlichen Speicher umfaßt, ist mit einer An-

zeige 32 verbunden, über die bei der Auswertung der Temperatur des Kühlsystems ermittelten Informationen weiterleitet bzw. anzeigt.

Im Mikroprozessor 29 laufen verschiedene Verfahren ab, mit deren Hilfe eine Fehlfunktion im Bereich des Kühlkreislaufes, insbesondere im Bereich des Kühlers erkannt werden. Diese Verfahren, die sich grundsätzlich auf eine Auswertung der Änderung der Kühlwassertemperatur bzw. eine Thermostatüberwachung bzw. eine Kühlerüberwachung beziehen, können unabhängig voneinander ablaufen, es ist auch möglich, daß eine Kombination aus zwei oder eine Kombination aus allen drei im folgenden, beschriebenen Verfahren abläuft. Für alle Verfahren bzw. Konzepte gilt, daß sie sich bei geeigneter Realisierung an das Fahrzeug anpassen bzw. anpassen lassen. Es wird dabei üblicherweise davon ausgegangen, daß das Fahrzeug bzw. das Kühlsystem am Anfang korrekt funktioniert. In dieser Phase lernen die im Mikroprozessor 29 ablaufenden Programme, welche Arbeitspunkte für das betreffende Fahrzeug normal sind. Werden während der Lebensdauer erhebliche Abweichungen ermittelt, werde diese als Fehler betrachtet.

Ein erstes Verfahren, mit dessen Hilfe ein Fehler des Kühlsystems erkannt werden kann, wertet den Verlauf der Temperatur über der Zeit sowie den Verlauf der Temperaturänderung über der Zeit aus.

Während bei herkömmlichen Kraftfahrzeugen üblicherweise nur die Motortemperatur angezeigt und beim Überschreiten einer Schwelle ein Fehler angezeigt wird, wird erfindungsgemäß zusätzlich die Änderung der Motortemperatur ausgewertet. Dabei wird berücksichtigt, daß bei höheren Temperaturen kleinere Temperaturänderungen und bei niedrigeren Temperaturen größere Temperaturänderungen toleriert werden dürfen. Bei tieferen Temperaturen, also nach Einschalten des Motors kann sich die Temperatur relativ schnell erhöhen ohne daß ein Fehler vorliegt, während nach Erreichen der Betriebstemperatur unter normalen Umständen keine stärkeren Temperaturanstiege bzw. Temperaturabfälle auftreten dürfen.

Zur Fehlererkennung gemäß diesem Sachverhalt ist in der Auswerteeinrichtung bzw. den Mikroprozessor 29 eine Kennlinie abgelegt, die einen zulässigen bzw. erlaubten Bereich E von einem verbotenen Bereich V trennt. Dabei ist wie in Fig. 2 dargestellt, die zeitliche Änderung der Temperatur in einem Zeitintervall $\delta T/\delta t$ abhängig von der Temperatur T aufgetragen, wobei der erlaubte Bereich E begrenzt wird, durch eine Minimaltemperatur T_{min} und eine Maximaltemperatur T_{max} .

Liegt die Änderung der Kühlwassertemperatur innerhalb des erlaubten Bereiches, wird auf Funktionsfähigkeit erkannt. Liegt sie außerhalb ist ein Fehler erkannt und dem Fahrer wird dieser Fehler angezeigt. Dabei kann beispielsweise mittels eines Displays angezeigt werden, daß die Wasserpumpe (Kühlmittelpumpe) ausgefallen ist.

Die Auswertung mittels einer Kennlinie wie sie in Fig. 2 dargestellt ist, stellt auch sicher, daß keine Warnung erfolgt, wenn der Fahrer die Heizung abschaltet und die Temperatur ansteigt, weil dem System keine Wärme mehr entnommen wird.

Eine zweite Lösung zur Fehlererkennung wird mit Hilfe einer Thermostatüberwachung durchgeführt. Dazu werden folgende Erkenntnisse verwertet, die für Fahrzeuge mit zweifachem Kühlsystem gelten: Wird das Fahrzeug gestartet, kühlt zunächst nur ein Teil des Kühlsystems den Motor. So wird schneller die Betriebstemperatur erreicht. Es tritt dadurch weniger Ver-

schleiß am Motor auf und die Umwelt wird weniger belastet.

Sobald der Motor seine Arbeitstemperatur erreicht hat, öffnet ein Thermostat den äußeren Kühlkreislauf, so daß die vollständige Kühlkapazität zur Verfügung steht. Schaltet der Thermostat infolge eines Fehlers zu spät um, kann der Fahrer erkennen, daß der Motor zu warm wird, schaltet er aber zu früh um, braucht der Motor länger als vorgesehen bis er Betriebstemperatur erreicht. Dadurch treten ein vergrößerter Verschleiß und vermehrte Emissionen auf.

In Fig. 3 ist ein zu erwartender Temperaturverlauf nach dem Start dargestellt, wobei der Temperaturabfall nach Öffnen des Thermostaten auftritt.

Erfindungsgemäß wird nun die Anstiegsgeschwindigkeit der Temperatur überwacht. Dazu laufen in der Signalverarbeitungsschaltung laufend Temperaturvergleiche ab. Diese Temperaturvergleiche lassen erkennen wann die Temperatur weniger schnell steigt oder sogar abfällt. Es wird daraus erkannt, daß der Thermostat öffnet und den zweiten Kühlkreislauf zuschaltet. Die korrekte Öffnung des Thermostaten wird erkannt, wenn die Temperaturen T_1 , T_2 , T_3 zu den erwarteten Zeiten t_1 , t_2 , t_3 auftreten.

Um diese Aussage noch zuverlässiger zu machen, werden weitere Größen ausgewertet, beispielsweise die Öltemperatur, die Außentemperatur, ein Lastsignal, die Motordrehzahl, die Fahrzeuggeschwindigkeit und ähnliche. Diese Größen werden mit entsprechenden Sensoren üblicherweise ohnehin erzeugt und im Steuergerät der Brennkraftmaschine ausgewertet. Die entsprechenden Signale können dem Mikroprozessor zur Kühlerüberwachung direkt zugeführt werden oder in aufbereiteter Form vom Steuergerät der Brennkraftmaschine.

Eine Abwandlung des beschriebenen Systems besteht darin, daß aus einem geeigneten Teil der obengenannten Größen abgeschätzt wird, welche Temperatur der Motor unter den herrschenden Bedingungen haben sollte. Dieser Wert wird im Mikroprozessor mit dem gemessenen Wert verglichen. Weicht der geschätzte Wert wesentlich vom gemessenen ab, wird von einer Fehlfunktion des Thermostaten ausgegangen und vom Mikroprozessor eine entsprechende Anzeige ausgelöst.

Da eine Brennkraftmaschine bzw. ein Verbrennungsmotor sehr komplex ist, kann es schwierig sein, ein Modell für das thermische Verhalten anzugeben. Es kann daher aus dem Temperaturverlauf nicht immer auf die Funktionsfähigkeit des Kühlers geschlossen werden. Wenn das Fahrzeug sich in einem definierten Fahrzustand befindet ist dies jedoch im allgemeinen sehr exakt möglich.

Ein solcher definierter Fahrzustand ist beispielsweise dann gegeben, wenn das Fahrzeug im Leerlauf an einer Ampel steht. Es steigt dann die Temperatur langsam an, weil der Motor durch den fehlenden Fahrtwind weniger gekühlt wird und sich deshalb ein neues Gleichgewicht einstellt. Aus der Anstiegsgeschwindigkeit der Temperatur im Fall des Leerlaufs an einer Ampel kann daher auf die Kühlleistung geschlossen werden und damit eine sehr exakte Erkennung der Funktionsfähigkeit des Kühlers gewonnen werden. Die Erkennung eines definierten Fahrzustandes erfolgt beispielsweise im Steuergerät der Brennkraftmaschine, das die erforderlichen Daten sowieso auswertet.

Die Wärmeenergie, die den Kühlkreislauf durch die Heizung entzogen wird, wird meistens nicht gemessen. Daher kann die absolute Leistungsfähigkeit des Kühlers nicht ermittelt werden. Damit kann auch nicht erkannt

werden, daß der Kühler sicher und vollständig funktioniert, denn es könnte der Fall vorliegen, daß der Kühler defekt ist, aber durch die eingeschaltete Heizung soviel Wärme entzogen wird, daß eine korrekte Funktion vorgetauscht wird. Erst dann, wenn die Temperatur stärker ansteigt als erlaubt, kann sicher gesagt werden, daß ein Fehler vorliegt.

Eine Steigerung der Zuverlässigkeit der Aussage wird erzielt, indem die Temperatur des Kühlwassers und des Motoröls bei Beginn des Beobachtungszeitraumes mit beachtet wird. Eine zusätzliche Verfeinerung wird erhalten, indem auch die Außentemperatur mit Hilfe eines entsprechenden Sensors gemessen wird und bei der Fehlererkennung mit berücksichtigt wird.

Falls ein Fehler erkannt wird, wird entweder der Fahrer mit Hilfe der Anzeigeeinrichtung sofort gewarnt und/oder es wird die Information in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt und beim nächsten Werkstattaufenthalt an ein Werkstattdiagnosesystem übertragen.

Anstelle der Auswertung des Temperaturverlaufs während eines Ampelstopps können auch andere charakteristische Fahrzustände zur Fehlererkennung ausgewertet werden, wobei solche Fahrzustände, die immer wieder auftreten, beispielsweise auch konstantes Fahren mit einer bestimmten Geschwindigkeit sind. Diese Zustände können jedoch problematisch sein, da sie nicht ohne weiteres leichter produziert werden können.

Insgesamt wird durch Auswertung des Temperaturverlaufs der Kühlmitteltemperatur oder der Motortemperatur unter Berücksichtigung weiterer relevanter Kenngrößen der Brennkraftmaschine sowie der Umgebung eine sichere und zuverlässige Erkennung der Funktionsfähigkeit des Kühlers erzielt. Da die Auswertung in einem zusätzlichen Mikrocomputer, der mit dem Steuergerät der Brennkraftmaschine verbunden ist, abläuft, wird das Steuergerät nicht zusätzlich belastet und das gesamte System kann optimal an verschiedene Fahrzeugtypen angepaßt werden. Je nach Aufwendigkeit des Systems lassen sich verschiedene Fehler im Kühlsystem erkennen und anzeigen. Die Fehlererkennung kann bereits so früh durchgeführt werden, daß dem Fahrer genügend Zeit bleibt, eine Werkstatt aufzusuchen.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Überwachung des Kühlsystems bei einer Brennkraftmaschine, mit einem Temperatursensor, der ein für das Kühlsystem charakteristisches Temperatursignal erzeugt und einer Auswerteeinrichtung, die das Temperatursignal auswertet und bei erkanntem Fehler eine Anzeige auslöst, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Verlauf des Temperatursignales ausgewertet wird und erkannte Temperaturänderungen pro Zeiteinheit mit plausiblen Werten verglichen werden.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Kühlmittels und/oder des Motors beim Einschalten der Brennkraftmaschine von der Auswerteeinrichtung ermittelt wird und ausgehend von dieser Temperatur eine Überwachung der Temperaturänderung beginnt.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß weitere Größen der Brennkraftmaschine, insbesondere die Öltemperatur, ein Lastsignal, die Motordrehzahl oder die Fahrzeuggeschwindigkeit sowie gegebenenfalls zusätzlich

die Außentemperatur bei der Auswertung des Temperaturverlaufs mit berücksichtigt werden.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von wenigstens einer der genannten Größen geschätzt wird, welche Temperatur der Motor oder das Kühlmittel unter den gegebenen Bedingungen aufweisen sollten, daß diese Temperatur mit der gemessenen Temperatur verglichen wird und bei einer signifikanten Abweichung zwischen diesen beiden Temperaturen eine Fehlfunktion erkannt wird.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Brennkraftmaschine mit zwei Kühlsystemen, bei der die Zuschaltung des zweiten Kühlsystems mittels eines Thermostaten bei Überschreiten einer vorgebbaren Temperaturschwelle erfolgt, und zu einem charakteristischen Rückgang des Temperaturanstiegs führt, aus dem Verlauf der Temperatur bei einer signifikanten Abweichung vom erwarteten Temperaturverlauf auf eine Fehlfunktion des Thermostaten geschlossen wird.

6. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein signifikanter Betriebszustand, insbesondere der Betrieb der Brennkraftmaschine im Leerlauf erkannt wird und ausgehend von diesem erkannten Betriebszustand eine Überwachung des Temperaturverlaufes erfolgt, wobei laufend geprüft wird, ob ein zu erwartender Temperaturanstieg eintritt und aus der Anstiegsgeschwindigkeit der Temperatur auf die vom Kühler erbrachte Kühlleistung geschlossen wird.

7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Fehlererkennung ein erlaubter und ein verbotener Bereich für die Temperaturänderung in einem vorgebbaren Zeitintervall definiert wird, wobei der erlaubte Bereich so definiert wird, daß bei geringen Kühlmitteltemperaturen eine höhere Temperaturänderung erlaubt ist als bei höheren Kühlmitteltemperaturen und bei Temperaturänderungen die außerhalb des erlaubten Bereiches liegt auf eine Fehlfunktion geschlossen wird.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erlaubte Bereich für die Temperaturänderung pro Zeiteinheit abhängig von weiteren Betriebsparametern oder der Umgebungstemperatur festgelegt wird und als Kennfeld in der Auswerteeinrichtung abgelegt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

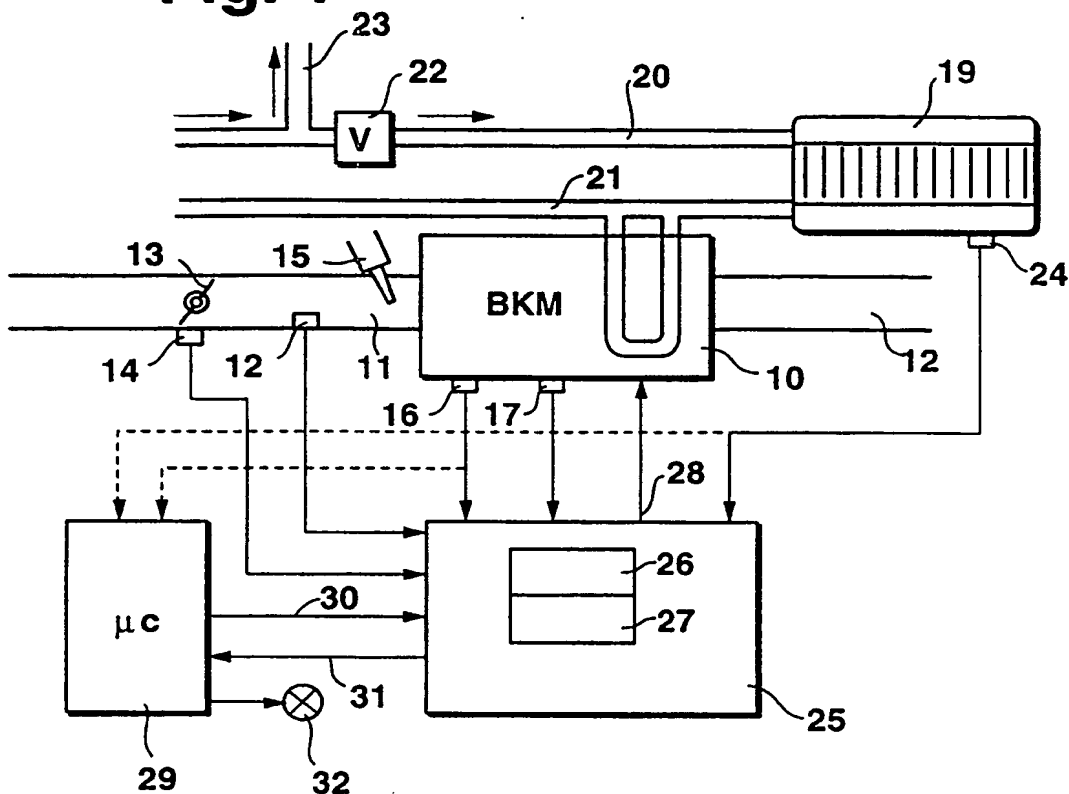


Fig. 2

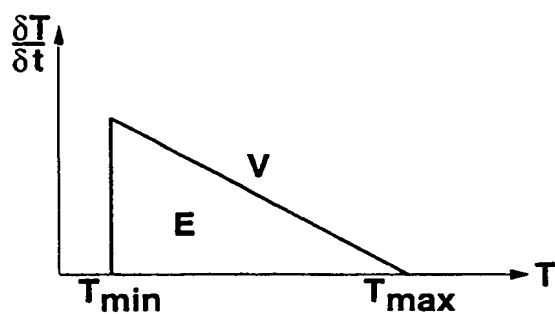


Fig. 3

